DOBRZANSKA, J. 1958. Partition of foraging grounds and modes of conveying information among ants. *Acta Biol. Experiment.* 18: 55-67.

DUELLI, P. 1972. The relation of Astromenotactic and Anemomenotactic Orientation Mechanisms in Desert Ants, *Cataglyphis bicolor.* In: *Information Processing in the Visual Systems of Arthropods, ed. by R. Wehner, Berlin, Heidelberg, New York : Springer ;* 281-286.

FOREL, A. 1948. Die Welt der Ameisen. *Zürich : Rotapfel Verlag.*

HOELLDOBLER, B. 1971. Recruitment behaviour in *Camponotus socius. Z. vergl. Physiol.* 75: 123-142.

KNEITZ, G. 1964. Saisonales Trageverhalten bei *Formica polyctena. Insectes sociaux* 11: 105-130.

MEYER, E. 1971. Die Ausbildung von Ovar, Fettkörper und Labialdrüse bei verschiedenen Funktionstypen, Grössenklassen und Altersstufen von *Cataglyphis bicolor. Diplomarbeit am Zool. Inst. Univ. Zürich.*

MOEGLICH, M. 1971. Nestumzugs- und Trageverhalten bei Ameisen. *Staatsexamensarbeit an der Univ. Frankfurt.*

SUDD, J. H. 1967. An Introduction to the Behaviour of Ants. *London : Arnold Ltd.*

WEHNER, R. 1968. Optische Orientierungsmechanismen im Heimkehrverhalten von *Cataglyphis bicolor. Rev. suisse Zool.* 75: 1076-1085.

WEHNER, R. 1970. Die Konkurrenz von Sonnenkompass- und Horizontmarken-Orientierung bei der Wüstenameise *Cataglyphis bicolor. Verh. d. Dtsch. Zool. Ges.* 16: 238-242.

WEHNER, R. and P. DUELLI. 1971. The Spatial Orientation of Desert Ants, *Cataglyphis bicolor*, Before Sunrise and After Sunset. *Experientia* 27: 1364-1366.

H. Kleiber und **B. Nievergelt.** — Biberfrassspuren im Uferwald der Nussbaumer Seen (Thurgau). (Mit 5 Tabellen)

Arbeitsgruppe für Ethologie und Wildforschung. Zoologisches Institut und Museum der Universität Zürich

EINLEITUNG UND PROBLEMSTELLUNG

Am 6. Juni 1968 wurden durch die WWF-Sektion Bodensee und den Schweizerischen Bund für Naturschutz an den Nussbaumer Seen sechs Biber *(Castor fiber fiber)* ausgesetzt. Dieser Aussetzungsversuch scheint erfolgreich zu verlaufen. Feine Nagespuren, die der erste Autor feststellen konnte, belegen, dass in den Jahren 1969 und 1970 Jungtiere geworfen wurden.

Bei der vorliegenden Untersuchung ging es darum, festzustellen, welche Bäume nach Art, Dicke, Platz und Standort die Biber im Gebiet des Uferwaldes an- oder umnagten.

Die Arbeit wurde ausgeführt vom Mai bis September 1970 als Semesterarbeit des ersten Autors, der zweite Autor leitete die Untersuchung. Herr Dr. F. Hampel half bei der statistischen Bearbeitung der Daten.

Untersuchungsgebiet

Die drei Nussbaumer Seen: Hüttwiler-, Nussbaumer- und Hasensee liegen in einem Naturschutzgebiet zwischen Winterthur und Stein am Rhein. Ein etwa 10-30 m breiter Baumbestand säumt die Seen. Im Südwesten des Hüttwilersees stockt in einem etwa 200 m breiten Streifen ein Erlenbruchwald.

Die Biber wurden am Nussbaumersee ausgesetzt; sie bauten sich ihre Burg aber im Torfboden am ostexponierten Ufer des Hüttwilersees an jener Stelle, die im Winter zuletzt zufriert. Frassspuren wurden an allen drei Seen gefunden. Die Untersuchung beschränkt sich auf den Hüttwilersee, wo sich die meisten Spuren befinden.

Methoden

Von der Burg aus wurde der Uferwald in 100m-Abschnitte eingeteilt. In jedem Abschnitt wurden alle, insgesamt 293 Nagespuren kartiert, wobei gesondert für angenagte und gefällte Bäume die folgenden Angaben festgehalten wurden: Art, Dicke auf Nagehöhe, Nagehöhe und Distanz zum Wasser. Es wurde ferner notiert, ob am betreffenden Platz eine grössere Anzahl von Bäumen gefällt wurden (sog. Abholzplatz), oder ob nur ein einzelner Baum ausgelesen wurde.

Abholzplätze und einzeln ausgelesene Bäume

Der Biber hat an mehreren Orten viele nah beieinanderstehende Bäume gefällt, sodass fast ein Kahlschlag entstand. An solchen Plätzen, die ca. 10 × 25 m gross sind, standen bis 80% Espen *(Populus tremula)*. Diese Plätze sind in der Regel nicht weiter als 8 m von der Wasserkante entfernt. Sie dürften auf Grund der lokal hohen Espendichte entstanden sein. Sehr oft, vorwiegend in Ufernähe, findet man auch einzelne vom Biber ausgelesene Bäume oder, wie bei den Stockausschlägen der Salweide *(Salix caprea)*, eine kleinere Gruppe.

Fälltechnik und Nagehöhe

Auf Grund der festgestellten Spuren lässt sich folgendes vermuten: Der Biber beisst zunächst in einem Abstand von 12-15 cm übereinander zweimal in

den Stamm, hernach zerrt er das Zwischenstück los. Die äussern Späne sind verhältnismässig lang, je weiter er ins Stamminnere vorstösst, umso kürzer werden sie. Die Stämme werden in der Regel sanduhrglasförmig angenagt. Dreimal wurde eine wendeltreppenähnliche Form gefunden. Dreizehn Stämme wiesen Nagespuren in zwei verschiedenen Höhen auf. Äste und Jungbäumchen dagegen werden so abgebissen, dass es aussieht, als seien sie mit einem Gertel abgeschlagen worden.

Die durchschnittliche Nagehöhe der 3-5 cm dicken Bäume betrug 32,6 $\pm$ 2,8 cm, der 6-8 cm dicken 36,6 $\pm$ 2,5 cm, der 9-11 cm dicken 41,4 $\pm$ 2,8 cm und der 12-14 cm dicken 40,0 $\pm$ 0,6 cm.

Auswahl der Bäume

Aus der Tabelle 1 ist ersichtlich, welche Baumarten vorzugsweise gefressen werden. In der zweiten Kolonne steht die Anzahl betroffener Bäume, in der dritten Kolonne ihr Anteil in Prozenten. In der vierten ist aufgeführt, wie häufig die Art im Gebiet vorkam.

Tabelle 1

Die benagten Baumarten

Baumart	Anzahl Bäume		Angebot
Espe *(Populus tremula)*	148	50,5%	s. häufig
Salweide *(Salix caprea)*	93	31,8%	s. häufig
Birke *(Betula pendula)*	20	6,8%	häufig
Schwarzerle *(Alnus glutinosa)*	11	3,8%	s. häufig
Lorbeerweide *(Salix pentandra)*	8	2,7%	vereinzelt
Stieleiche *(Quercus robur)*	4	1,4%	selten
Esche *(Fraxinus excelsior)*	3	1,0%	häufig
Traubenkirsche *(Prunus padus)*	2	0,7%	selten
Rottanne *(Picea abies)*	2	0,7%	selten
Weisserle *(Alnus incana)*	2	0,7%	häufig
Feldulme *(Ulmus campestris)*	—	—	vereinzelt
Silberweide *(Salix alba)*	—	—	vereinzelt
Föhre *(Pinus silvestris)*	—	—	vereinzelt
Buche *(Fagus silvatica)*	—	—	selten
Faulbaum *(Frangula alnus)*	—	—	selten
Total: 10 Arten	293	100,1%	

Die Biber ziehen im untersuchten Biotop Espen und Salweiden deutlich vor. Aeberhard (1972) untersuchte eine Biberkolonie bei Aarau. Er stellte dort fest, dass Weiden *(Salix sp.)* und Silberpappeln *(Populus alba)* vorzugsweise gefällt wurden. Silberpappeln, sowie die in Nordeuropa gern gefressene Schwarzpappel *(Populus nigra)* (Wilson, 1966; Hoffmann, 1967) wurden im Untersuchungs-

gebiet nicht gefunden. Für den kanadischen Biber *(Castor canadiensis)* liegen ähnliche Befunde vor. Es werden als Futterbäume vor allem Weiden, Erlen und Pappeln genannt (ALEKSIUK, 1970; NORTHCOTT, 1971; DJOSHKIN und SAFONOW, 1972). Ausser den Pappeln handelt es sich um fortwirtschaftlich wenig bedeutende Baumarten.

Die Tabelle 2 gibt Auskunft, in welcher Distanz zur Burg die Nagespuren festgestellt wurden. Da sich ein weitgehend symmetrisches Muster ergab, wurden die entsprechenden Uferabschnitte südöstlich und norwestlich der Burg zusammengefasst.

TABELLE 2

Distanz der Nagespuren zur Burg

Distanz zur Burg	Anzahl der Spuren
0—100 Meter	53
100—200 Meter	117
200—300 Meter	65
300—400 Meter	37
restl. Ufer (2,5 km)	21
Total:	293

Die Verteilung der Spuren ist signifikant inhomogen ($X^2 = 52,9$; $P < 0,01$). Deutlich am meisten Spuren fanden sich im Abstand von 100-200 m von der Burg, nur noch vereinzelte bei über 400 m Distanz.

In der Tabelle 3 ist zusammengestellt, in welcher Distanz von der Uferlinie die angenagten, beziehungsweise gefällten Bäume standen. Unterschieden ist dabei, ob es sich um einen Abholzplatz oder um einzeln ausgelesene Bäume handelt.

Rund ein Drittel der Bäume sind 1 m vom Wasser entfernt, zwei Drittel bis 2,5 m vom Ufer weg. Als Maximaldistanz wurde einmal 32 m notiert. Aus der Tabelle lässt sich herauslesen, dass die Distanz zum Ufer bei den Abholzplätzen grösser ist.

AUSNUTZUNG DER GEFÄLLTEN BÄUME

Da die Salweidenäste und Jungbäume bis zu 8 cm Durchmesser von den Bibern abtransportiert wurden und damit in bezug auf ihren Ausnutzungsgrad nicht mehr geprüft werden konnten, beschränkt sich diese Auswertung auf die über 9 cm dicken Bäume.

Die Tabelle 4 zeigt: ein Baum wird umso besser ausgewertet, je näher er beim Ufer ist ($X^2 = 36,0$; $P < 0,01$). Die ufernahen, seewärts wachsenden Bäume

TABELLE 3

*Die Distanzen der benagten Bäume zum Wasser separat für Abholzplätze und einzeln ausgelesene Bäume. In beiden Kolonnen ist der Anteil der gefällten Bäume in Klammern beigefügt. (*Es handelt sich hier um eine Salweidengruppe, die wohl 20 m vom See entfernt war, jedoch durch einen Tunnel und Kanal auch schwimmend erreicht werden konnte.)*

Distanz zum Wasser	An Abholzplätzen	Einzel ausgelesene Bäume
0— 1 Meter	19 (15)	119 (97)
1— 2 „	15 (9)	23 (22)
2— 3 „	20 (13)	6 (4)
3— 4 „	10 (10)	1 (.)
4— 5 „	11 (8)	2 (2)
5— 6 „	13 (9)	.
6— 7 „	8 (6)	.
7— 8 „	9 (4)	.
8— 9 „	2 (1)	1 (1)
9—10 „	3 (2)	1 (.)
10—11 „	3 (2)	1 (1)
11—12 „	4 (2)	3 (.)
12—13 „	.	.
13—14 „	1 (.)	.
14—15 „	.	.
mehr als 15 Meter	6 (3)	12 (9*)
Total	124 (84)	169 (136)

TABELLE 4

Ausnutzungsgrad der gefällten Bäume im Verhältnis zu ihrem Abstand zum Wasser

Ausnutzungsgrad	Distanz zum Wasser				
	0—1,5 m	1,6—4,5 m	4,6—7,5 m	über 7,5 m	Total Bäume
Über 65%	29	20	6	1	56
Unter 40%	2	7	12	10	31
Total	31	27	18	11	87

fallen in den See, wenn sie umgenagt werden und können darum von den Bibern gut verwertet werden. Dieser Befund erklärt auch unsere Feststellung, dass der Ausnutzungsgrad an den Abholzplätzen geringer war, als an den einzeln gefällten Bäumen. Wie in Tab. 3 gezeigt wurde, finden sich Abholzplätze in grösserer Distanz zum Ufer.

In der Tabelle 5 wird je nach Dicke-Klasse der Bäume untersucht, welches das Verhältnis der angenagten zu den gefällten Bäumen ist.

TABELLE 5

Verhältnis der angenagten zu den gefällten Bäumen verglichen mit ihren Durchmessern

	Durchmesser (in cm)						
	3—7	8—12	13—17	18—22	23—27	28—40	im Mittel
Angenagt	19	19	13	13	7	2	73
Gefällt	105	51	30	15	10	9	220
Anzahl Gefällte pro 1 Angenagten	5,5	2,7	2,3	1,2	1,4	4,5	3,0

Abgesehen von der höchsten Dicke-Klasse zeigt sich die Tendenz, dass die Bäume umso eher gefällt werden, je dünner sie sind. Dieses Resultat ist verständlich, denn junge Bäume können mit 4-10 Bissen rasch gefällt werden. Vor allem bei den dickeren Bäumen sind die Zahlen aber klein. Wir können darum nicht verlässlich entscheiden, ob die anscheinend widersprechenden Werte in der zweitletzten Kolonne nur zufallsbedingt oder aber Ausdruck eines Sondereffektes bei grossen Bäumen sind.

ZUSAMMENFASSUNG

Die Frassspuren in der Biberkolonie an den Nussbaumer Seen werden beschrieben.

— Von den 293 benagten Bäumen waren 50% Espen *(Populus tremula)*, 32% Salweiden *(Salix caprea)*. 18% fielen auf 8 andere Arten.
— Die meisten Spuren fanden sich im Abstand von 100-200 m von der Burg, nur vereinzelte waren weiter als 400 m entfernt.
— Ein Drittel der benagten Bäume und Stockausschläge waren bis 1 m vom Ufer entfernt, zwei Drittel bis 2,5 m.
— Die in ufernähe gefällten Bäume wurden besser verwertet als die uferfernen.

SUMMARY

The gnawing marks in the beaver colony at the Nussbaumerseen were examined. Totally 293 gnawed trees were examined according ecological criterions.

— Among those trees there were 50% aspen *(Populus tremula)*, 32% willow *(Salix caprea)* and 18% various other species.
— The majority of marks was found within the 100-200 metre-range of the burrow, few marks only were at a distance of more than 400 m.
— One third of the gnawed trees and suckers were as close as 1 m to the bank of the lake, two thirds as close as 2,5 metres.
— Those trees fallen near the bank were utilized better than those further away.

Résumé

Description des traces de rongement laissées par la colonie de castors aux bords des lacs de Nussbaumen:

— 50% de 293 arbres rongés étaient des trembles *(Populus tremula)*, 32% des saules *(Salix caprea)*. 18% se rapportaient à 8 autres espèces.
— La plupart des traces se trouvaient à une distance de 100 à 200 m du terrier; peu de traces isolées étaient éloignées de plus de 400 m.
— Un tiers des arbres et des pousses rameuses rongés se trouvaient jusqu'à 1 m de la rive, deux tiers jusqu'à 2,5 m.
— Les arbres abattus près de la rive ont été mieux évalués que ceux abattus à quelque distance.

LITERATURVERZEICHNIS

Aeberhard, T. 1972. Studie über die Ernährung des Bibers in schweizerischen Wiederansiedlungsgebieten *(unveröff. Diplomarbeit, ETH Zürich, Abt. VI)*, 55 pp.

Aleksiuk, M. 1970. The seasonal food regime of arctic beavers. *Ecology* 51: 264-270.

Djoshkin, W. und W. Safonow. 1972. Die Biber der Alten und der Neuen Welt. *Brehmbücherei* Nr. 347 *Wittenberg*, 168 pp.

Hoffmann, M. 1967. Ein Beitrag zur Verbreitungsgeschichte des Bibers der Elbe. *Hercynia* 4: 279-324.

Northcott, T. 1971. Feeding habits of beaver in New foundland. *Oikos* 22: 407-410.

Wilson, L. 1966. Biber. *Brockhaus*, *Wiesbaden*, 202 pp.